

繰返し荷重下における鋼製橋脚の保有耐力と変形性能に関する実験的研究

京都大学工学部 正員 山田善一
 京都大学工学部 正員 家村浩和
 運輸省 正員 清水裕文
 京都大学大学院 学生 安田 学
 京都大学工学部 正員 中西伸二

1. まえがき

本研究では、鋼製箱型橋脚の塑性域の挙動を調べるため、横補剛材の間隔、縦補剛材の間隔、剛度といった座屈パラメータを変えた供試体を一定軸力下で水平力を繰返し正負両方向に載荷して、座屈パラメータおよび軸力が強度、剛性、等価粘性係数に及ぼす影響について検討を行なった。

2. 実験概要と供試体

実験全体図を(図1)に示す。また供試体寸法を(表1)に示す。本研究での供試体は阪神高速道路公団湾岸線で現在建設予定の梅町橋梁Vレグ橋脚をモデルとし、実際の板幅の1/10.5(300×270 mm²)の等断面で、長さが1800(mm)の単純化した供試体とし、補剛材の影響を調べるために、横補剛材の本数(間隔)および縦補剛材の本数(間隔)および剛度を変化させた。補剛板は、板厚3.2(mm)、補剛材については、板厚4.5(mm)のSS41鋼材(基準降伏点2400 kg/cm²)を用いた。

軸力による応力が降伏応力(1529 kg/cm²)の16%となる一定軸力下で、A0・B0・C0・D0・E0・F0タイプの供試体について繰返し載荷実験を行った。また軸力の影響を調べるため、Eタイプの供試体を軸力を載荷せずに繰返し載荷実験を行った。この供試体をE1と名付けた。

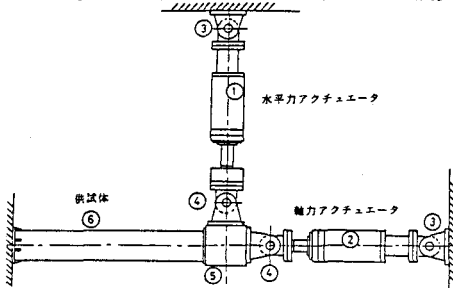


図1 載荷システム

供試体の タイプ	横方向補剛材			フランジの縦方向補剛材		ウェブの縦方向補剛材	剛比
	本数	間隔	板幅	本数	板幅	板幅	
A type	2	600	27.1	0	無補剛	無補剛	—
B type			27.1	1	27.1	27.1	1
C type			40.9		40.9	40.9	3
D type			28.0	2	28.0	27.8	1
E type	1	900	28.7	0	無補剛	無補剛	—
F type			28.7	1	28.7	28.7	1

表1 供試体の寸法

3. 実験結果および考察

1) 強度

(図2)に反力の包絡線を示した。まず、A0～F0で最大強度を比較すると縦補剛材が2本のD0が最も大きく、縦補剛材が1本で $\gamma/\gamma^* = 3$ のC0、縦補剛材が1本で $\gamma/\gamma^* = 1$ のB0とF0、縦方向無補剛のA0とE0の順に小さくなる。そして、最大強度の大きいものほど最大強度が生じるサイクル数は大きく、また最大強度が生じるサイクル以後の強度の低下の割合も小さいことがわかる。

次に、軸力の影響を調べるために、E0(軸力9.26 ton)とE1(軸力無し)を比較すると、E1の最大強度はE0の最大強度より、31.0%増加し、E0の最大強度は2 δ_y で生じているのに対し、E1の最大強度は3～4 δ_y で生じている。また、明らかに、最大強度以後の強度の低下の割合はE0の方が大きい。

Yoshikazu YAMADA, Hirokazu IEMURA, Hirofumi SHIMIZU, Manabu YASUDA,
 Shinji NAKANISHI,

2) 履歴形状

履歴曲線(図3)は、各供試体とも、初めは紡錘形から最大耐力に近づくにつれ、平行四辺形に近づき、以後ほぼ平行四辺形に近い形状となっている。補剛材のあるものは、じん性が大きく、最終的に大きなループを描くが、無補剛のものはじん性が小さく、描くループも小さい。また、軸力0のE1は、無補剛であるが、同タイプのE0よりむしろ補剛材のあるものに近い履歴形状を示した。

3) 剛性

等価剛性の低下の割合を比較するために、各サイクルの等価剛性を第1サイクルの等価剛性で無次元化をおこなった。このようにして求めた各サイクルごとの等価剛性を(図4)に示す。また半サイクルごとの除荷剛性を(図5)に示す。(図4)(各サイクルごとの等価剛性)の曲線の傾向とほぼ一致している。

4) 等価粘性減衰定数

等価粘性減衰定数(h_e)は次式で定義される。

$$h_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\Delta W}{W}$$

W: 半サイクルの間に受け渡されるエネルギー
 ΔW : 半サイクルの間のエネルギー損失量

このようにして求めた半サイクルごとに求めた等価粘性減衰定数を(図6)に示す。各タイプ共に、供試体の最大耐力となるサイクルまでは、等価粘性減衰定数の増加の割合は小さいが、最大耐力以後の1、2サイクルで増加の割合は急激に大きくなり、それ以後のサイクルでは、増加の割合は小さくなる。

これは、履歴曲線が、紡錘形から最大耐力に近づくにつれ、平行四辺形に近づき、以後ほぼ平行四辺形に近い形となることと対応している。

4. 結 論

- (1) 縦補剛材の本数を増やし一般化幅厚比を小さくすることおよび縦補剛材の剛比を大きくすることによって、最大耐力、じん性ともに増加し、より耐震的な部材となる。
- (2) 軸力が作用しない場合には、最大耐力、じん性ともに軸力作用時よりも大きくなる。
- (3) 除荷剛性で剛性の劣化を表現することができる。また、地震入力のような不規則振動に対しては、振幅に影響される等価剛性より有効であると考えられる。

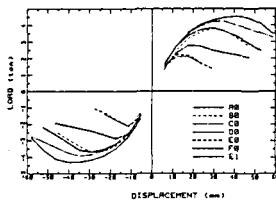


図2 反力の包絡線

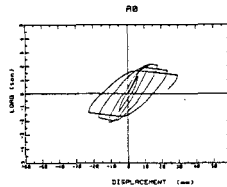


図3 (a)

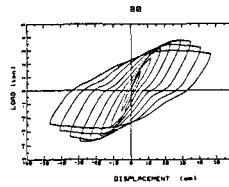


図3 (b)

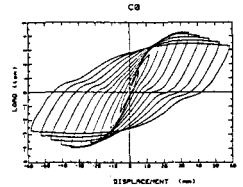


図3 (c)

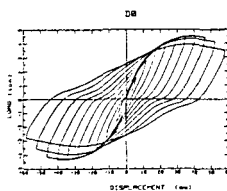


図3 (d)

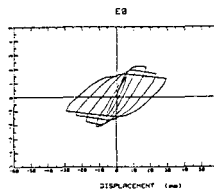


図3 (e)

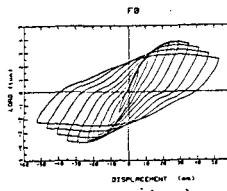


図3 (f)

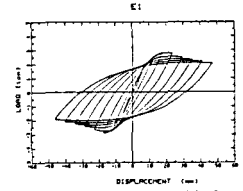


図3 (g) 無軸力

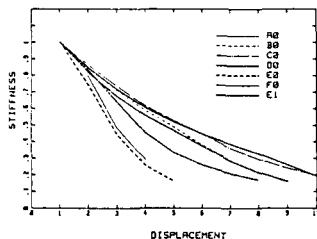


図4 等価剛性の劣化

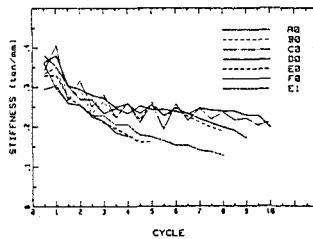


図5 除荷剛性の劣化

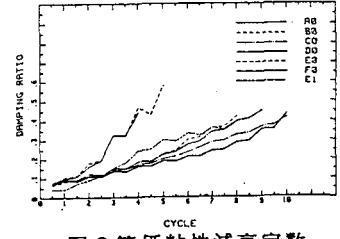


図6 等価粘性減衰定数